

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroniky

**Výukový systém s mikropočítačem pro předmět Mikropočítačové
řídící systémy I**

Development System for Subject Microcomputer Control Systems I

2016

Radim Habartík

Zadání bakalářské práce

Student: **Radim Habartík**
Studijní program: B2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 2612R003 Aplikovaná elektronika
Téma: **Výukový systém s mikropočítačem pro předmět Mikropočítačové řídicí systémy I**
Development System for Subject Microcomputer Control Systems I
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte rozbor úloh v předmětu Mikropočítačové řídicí systémy I a blokově specifikujte jednotlivé funkce laboratorního stanoviště s jednočipovým mikrokontrolérem.
2. Navrhněte a realizujte laboratorní stanoviště pro předmět Mikropočítačové řídicí systémy I s ohledem na požadavky jednotlivých úloh.
3. Ověřte funkci laboratorního stanoviště prostřednictvím typových úloh a vytvořte průvodní dokumentaci.

Seznam doporučené odborné literatury:

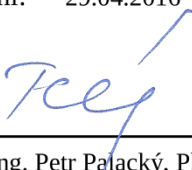
Dle pokynů vedoucího závěrečné práce.


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Martin Sobek, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2015

Datum odevzdání: 29.04.2016


doc. Ing. Petr Palacký, Ph.D.
vedoucí katedry

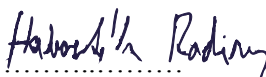

prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty



Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne: 25.dubna 2016



.....
podpis studenta

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Martinu Sobkovi, Ph.D. za odbornou pomoc a konzultaci při vytváření této bakalářské práce.

Dále děkuji za podporu své rodině.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá rozbořem a inovací laboratorních úloh v předmětu Mikropočítačové řídicí systémy I. Součástí této práce je modernizace laboratorního přípravku, dále nazývaného jako vývojový kit, který svou univerzálností umožňuje realizaci napsaných laboratorních úloh a také vymyšlení dalších. V první části je hardwarově popsán mikrokontrolér Atmel AT89S52, který je jádrem vývojového kitu. V další části pak konkrétní popis vlastností realizovaného přípravku včetně jeho periférií. V poslední části je popis napsaných laboratorních úloh a jejich časových náročností.

Cílem této práce je pro budoucí studenty předmětu MŘS-I vytvořit jednoduché a přehledné prostředí, kde se při svém studiu poprvé setkají s programováním mikrokontroléru. Tím se myslí, přehledně označený přípravek, manuál k přípravku po ruce na pracovišti, srozumitelné laboratorní úlohy. Součástí této práce jsou také podrobnosti při konstrukci vývojového kitu, přehledné návody k obsluze, návody k instalaci ovladačů a DPS data pro hromadnou tovární výrobu.

Klíčová slova

Mikrokontrolér, Mikropočítačové řídicí systémy, Vývojový kit

Abstract

This bachelor thesis focuses on analysis and innovation laboratory tasks in the study course Microcomputer Control Systems I. Part of this work is to modernize laboratory tool, also referred to as a development kit, which allows the realization of written laboratory tasks and inventing others. The first part describes the hardware microcontroller Atmel AT89S52, which is the core of the development kit. In the next section is specific characterization of the realized product, including peripherals. In the end is the description written tasks and their difficulty.

The subject of this work is for future students of the course MŘS-I to create simply and transparent environment, where they first meet in study with programming micro-controller. It means, clearly labeled product, product manual in the workplace, understandable laboratory tasks. Part of this work is also details the construction of development kit, clear operating instructions, instructions for installing drivers and DPS data for mass production factory.

Key words

Microcontroller, Microcomputer control systems, development kit

Obsah

Seznam použitých symbolů.....	- 6 -
Seznam použitých zkratek.....	- 7 -
Seznam ilustrací a seznam tabulek.....	- 8 -
Úvod.....	- 10 -
1 Základní pojmy	- 11 -
2 Mikrokontrolér AT89S52.....	- 12 -
2.1 Základní vlastnosti	- 12 -
2.2 Vstupně/Výstupní porty	- 14 -
2.3 Obvod oscilátoru	- 15 -
3 Vývojový kit.....	- 16 -
3.1 Nový laboratorní přípravek	- 16 -
3.2 Konstrukční provedení	- 18 -
3.3 Zapojení periférií na porty mikrokontroléru	- 20 -
3.4 Blokové schéma	- 22 -
3.5 Programátor USBasp.....	- 23 -
3.6 Modul 8x LED	- 24 -
3.7 Multiplexovaný displej	- 25 -
3.8 D/A převodník.....	- 27 -
3.9 A/D převodník.....	- 29 -
3.10 Sériová linka	- 30 -
3.11 Oživení vývojového kitu.....	- 31 -
4 Rozbor laboratorních úloh.....	- 32 -
4.1 Seznam realizovaných laboratorních úloh	- 32 -
4.2 Potřebné bloky pro laboratorní úlohy	- 33 -
4.3 Návod k obsluze softwaru programátoru	- 36 -
Závěr	- 37 -
Použitá literatura	- 38 -
Seznam příloh.....	I

Seznam použitých symbolů

Symbol	Jednotky	Význam symbolu
U	V	Napětí (obecně)
I	A	Proud (obecně)
I_{SEG}	mA	Proud segmentu displeje
I_{REF}	mA	Referenční proud D/A přev.
f_{osc}	Hz	Frekvence oscilátoru
GND	-	Nulový potenciál
U_{cc} / V_{cc}	V	Kladné napájecí napětí
V_{ee}	V	Záporné napájecí napětí
C_1, C_2	pF	Blokovací kapac. oscilátoru

Seznam použitých zkratk

Zkratka	Význam
μC / MCU	Mikrokontrolér
μPC	Mikropočítač
ADC	Analogově digitální převodník
Assembler	Jazyk symbolických adres
AVR	Označení rodiny 8bitových μC od výrobce Atmel
BCD	Binary Coded Decimal - dvojkově reprezentované dekadické číslo
CLK	Clock - Hodinový signál
CPU	Central procesor unit – hlavní procesorová jednotka
DAC	Digitálně analogový převodník
DPS	Deska plošných spojů
INTx	Vstup pro aktivaci přerušení
ISP	In-System programing
LPT	Paralelní port
LSB / MSB	Nejméně významný bit / Nejvíce významný bit
MŘS I	Mikropočítačové řídicí systémy I – předmět studijního oboru Aplikovaná elektronika na VŠB-TUO
Px.x	Označení bitu (vývodu) určitého portu, např. P1.1
RAM	Random Access Memory – Paměť s náhodným přístupem
RS232	Sériový port nebo také sériová linka
Rx / Tx	Přijímání / Odesílání dat
SMD	(SMT) - surface mount technology – povrchová montáž součástek
TTL	Tranzistorově-tranzistorová logika
UART	Universal Synchronous / Asynchronous Receiver and Transmitter
USB	Universal Serial Bus - univerzální sériová sběrnice
USBasp	Označení ISP programátoru pro μC Atmel
V/V	Vstupně/výstupní port

Seznam ilustrací a seznam tabulek

Číslo ilustrace	Název ilustrace	Číslo stránky
1	Současný stav vývojových kitů	10
2	Zjednodušené blokové schéma architektury x51	12
3	Rozložení vývodů čipu AT89S52 a připojený oscilátor	13
4	Příklad vnitřního zapojení jednoho bitu portu P1	14
5	Časový průběh signálu – výstupu oscilátoru XTAL2	15
6	Zapojení vnějšího krystalu	15
7	Starší podoba vývojového kitu	16
8	Hotový programátor USBasp	17
9	Podoba prvního prototypu nového vývojového kitu	18
10	První prototyp - pohled zespodu	19
11	Rozložení periférií a komponentů na desce	19
12	Principové schéma zapojení periférií na DPS	20
13	První prototyp - pohled zepředu	21
-	Blokové schéma	22
14	Schéma zapojení programátoru USBasp	23
15	Varianty hotového programátoru USBasp	23
16	Schéma zapojení bloku 8x LED	24
17	Schéma zapojení bloku displeje	25
18	Řízení anod displeje	25
19	Schéma zapojení bloku s D/A převodníkem	27
20	Zapojení DC-DC měničů	28
21	Realistická podoba DC-DC měniče	28
22	Schéma zapojení bloku s A/D převodníkem	29
23	Schéma zapojení bloku sériové linky	30
24	Schéma zapojení při ožiování programátoru	31
25	Potřebné bloky pro úlohy č. 1,2 – Blikání LED	33
26	Potřebné bloky pro úlohu č. 3 – Multiplex. displej	34
27	Potřebné bloky pro úlohu č. 4 – A/D převodník a displej	34

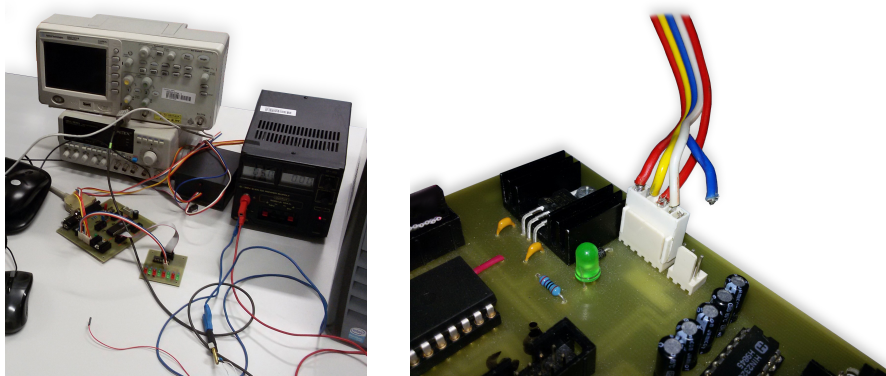
28	Potřebné bloky pro úlohu č. 5 – D/A převodník	35
29	Potřebné bloky pro úlohu č. 6 – Sériová linka	35
30	Popis programu ProgISP	36
31	Nová podoba laboratorního stanoviště	37

Číslo tabulky	Název tabulky	Číslo stránky
1	Seznam dostupných portů μ C AT89S52	14
2	Další změny oproti staršímu vývojovému kitu	17
3	Periferie a porty	20
4	Ovládání periférií	21
5	Zobrazení logické hodnoty pomocí LED	24
6	Ovládání displeje	25
7	Vstupní bitové kombinace pro BCDto7seg dekodér	26
8	Výstupní napětí převodníku při vstupním datovém slovu	28
9	Seznam úloh	32
10	Potřebné bloky pro realizaci laboratorních úloh	33

Úvod

Mikropočítačové řídicí systémy se v posledních desítkách let natolik rozvinuly, že výrazně zjednodušily řízení různých akčních členů v průmyslu. Každým rokem vznikají nové řídicí systémy na moderních architekturách a čím dál tím složitější. Pro člověka, který se s mikrokontroléry a jejich programování nesetkal, můžou být dnešní moderní typy mikrokontrolérů obtížně pochopitelné. Proto pro naprostého začátečníka programátora je nejvhodnější použít sice starší architekturu mikrokontrolérů, ale naprosto jednoduchou, která umožní pochopit základní princip funkce mikropočítačů. Proto tato práce a k ní napsané laboratorní úlohy jsou vysvětleny co možná nejjednodušeji a není zacházeno do hlubších principů mikroprocesorů. Pro výuku na naší škole už léta slouží mikrokontrolér typu 8051, protože je na základní pochopení principu funkce nejvhodnější.

Podmětem k vytvoření této práce je inovace stávajícího laboratorního přípravku, který ve formě hlavní desky s mikrokontrolérem typu 8051 a připojitelných modulů nesplňoval ergonomické a estetické vlastnosti. Nutnost připojení externího napájecího zdroje a programování přes LPT rozhraní jsou hlavní nevýhody tohoto provedení.



Obr. 1 Současný stav vývojových kitů – nepořádek na pracovišti

Současný stav vývojových kitů přímo vybízí k vytvoření nové podoby vývojového kitu, kde budou všechny periferie součástí jedné kompaktní DPS se součástkami technologie SMD. S dostatečnou konstrukční odolností, aby nepodlehla náporu nešikovných studentů. Nejvýznamnější změnou oproti současnému kitu, bude programátor přes USB port, který bude také integrován na budoucí DPS vývojového kitu. Toto řešení umožní studentům si vývojový kit připojit k vlastním notebookům a odpadá nutnost externího napájecího zdroje.

V prvních 3/4 práce je podrobně hardwarově popsán vývojový kit včetně jeho periferií. S doprovodem schémat a konstrukčního provedení DPS. Zbývající část práce se zabývá rozбором nových laboratorních úloh a jejich provedení v praxi s popisovaným vývojovým kitem. Přílohy obsahují všechny podklady pro budoucí výrobu dalších vývojových kitů.

1 Základní pojmy

Mikroprocesor - (zkráceně μP či uP) je složitý číslicový obvod, označuje centrální procesorovou jednotku (CPU). Je jako celek integrován do jediného pouzdra IO. Slouží k zpracovávání instrukcí (sled aritmetických a logických operací) dané programem. Mikroprocesor tedy realizuje námi požadovanou funkci. [1]

Mikrokontrolér – nebo také Jednočipový počítač, angl. Microcontroller (MCU, μC) je propojení mikroprocesoru s vnitřní pamětí a vnitřními periferiemi. Mikrokontrolér je opatřen poměrně nízkým počtem vývodů (oproti samostatnému μP), které lze používat k přímému řízení připojených zařízení. [1]

Registr - je buňka (malé uložení dat), v operační paměti pro uložení dočasných operandů, které se zúčastní instrukce nebo k uchování výsledků instrukcí. Speciálním funkčním registrem lze nastavit periferie mikrokontroléru. [1]

Instrukce - označení pro provedení elementární operace procesoru, kterou je procesor schopen přímo vykonat, pokud je obsažena v instrukčním souboru. Instrukce je zpřístupněna programátorovi v jazyku symbolických adres, např. instrukce přesunu, aritmetické, logické atd. Spojením několika instrukcí do logického celku vzniká program.

Instrukční soubor - je seznam všech instrukcí, které umí mikroprocesor vykonat.

Paměť programu - je paměť typu ROM (Read Only Memory), do které nelze při běžném provozu data ukládat, ale pouze číst. Data se uloží pomocí programátoru. Tento typ paměti označujeme jako nonvolativní (stálý), tzn., že po vypnutí napájení se obsah dat neztratí. Obsahuje ve většině případů instrukce, které zajišťují realizaci daného algoritmu řízení pro přizpůsobení mikropočítače určité aplikaci. Dále paměť může obsahovat konstanty a neměnné tabulky používané v programu. [1],[3]

Operační paměť – je paměť typu RAM (Random Access Memory) také RWM (Read Write Memory), je paměť s libovolným (náhodným) přístupem, z které lze opakovaně za běžného provozu informace číst a také ukládat. Je určena pro dočasné uložení zpracovávaných dat. [3]

ISP – In-system programing – programování mikrokontroléru bez nutnosti jeho vyjmutí.

2 Mikrokontrolér AT89S52

2.1 Základní vlastnosti

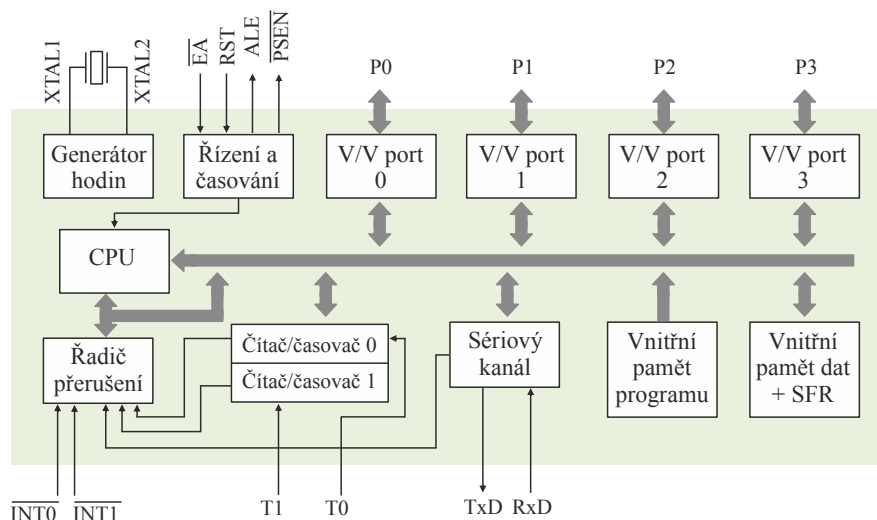
Atmel AT89S52 je 8bitový jednočipový mikroprocesor, který vychází z procesoru Intel 8051. Jeho výroba započala už v roce 1980 a v následujících letech vznikaly vylepšené deriváty např. Intel 8052, Atmel 89S52. Označovány jako x51 kompatibilní, vyráběných více než 20 různými výrobci.

Klíčové parametry 89S52 [4]

- 8bitový CPU - harvardská architektura
- Paměť programu - 8kB vnitřní programovatelná flash – životnost: 10 000 cyklů zápisu
- Operační paměť – 256 bajtů
- 32 vstupně/výstupních linek (4 paralelní porty 8bit - P0,P1,P2,P3)
- Rozsah napájecího napětí: 4,0 – 5,5V
- 3x 16bit čítače/časovače
- 8 zdrojů přerušení

Instrukční sada i rozložení vývodů jsou totožné s původním mikroprocesorem Intel 8051. Paměť programu lze naprogramovat pomocí paralelních programátorů, i sériově přes rozhraní SPI. K uvedení procesoru do činnosti je zapotřebí napájecí napětí +5V, dále připojení resetovacího obvodu a nakonec je potřeba připojit vnější piezokeramický rezonátor (krystal) na patřičné vývody IO. Frekvence krystalu bude udávat rychlost vykonávání instrukcí procesoru.

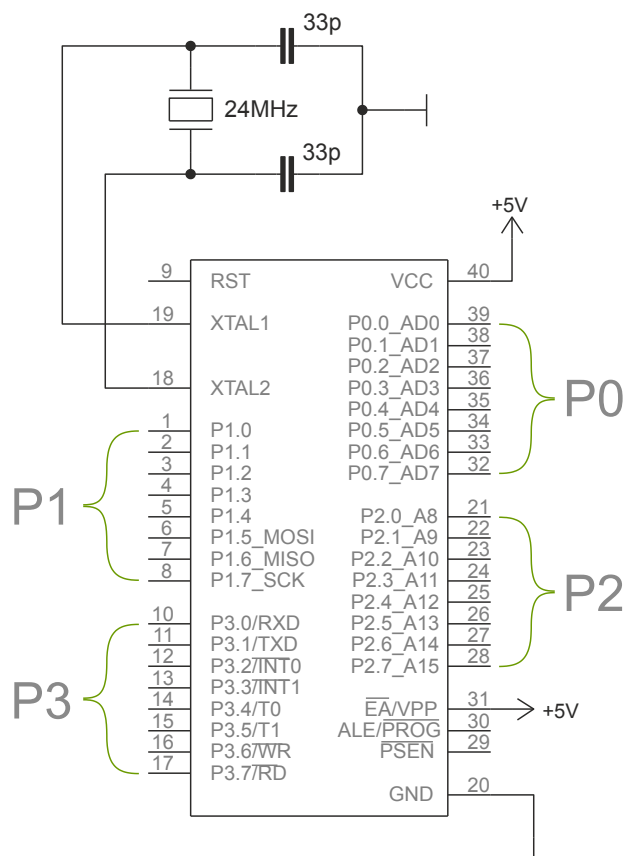
Součásti, které dohromady tvoří mikroprocesor 8051, nám ukazuje vnitřní blokové schéma:



Obr. 2 Zjednodušené blokové schéma architektury x51

Mikroprocesor tvoří centrální procesorová jednotka (CPU), jejíž podstatnou částí je aritmeticko-logická jednotka. Ta umožňuje pracovat s jednotlivými bity paměti, vykonávat instrukce programu atd. Centrální procesorová jednotka je vnitřní 8-bitovou sběrnici propojena s pamětí programu o velikosti 8kB a pamětí dat. Vnitřní paměť dat je typu RAM o velikosti 256 bajtů. Ke společné sběrnici jsou dále připojeny 4 vstupně/výstupní porty P0 až P3, které umožňují styk mikroprocesoru s vnějšími periferiemi. [2]

Pro snazší styk s periferiemi je mikroprocesor vybaven řadičem přerušení, který zpracovává 6 zdrojů přerušení - 2 externí (vývod INT0, INT1), od každého ze tří čítačů/časovačů a od sériového kanálu. Jednotlivá přerušení mají definovanou prioritu na každé ze dvou volitelných úrovní priority. Mikroprocesor obsahuje 3x 16-bitové čítače/časovače, s volitelným režimem provozu. Pro snazší sériovou komunikaci s nadřazeným počítačem nebo spolupracujícími mikroprocesory je mikroprocesor vybaven duplexním sériovým kanálem. [2]



Obr. 3 Rozložení vývodů čipu AT89S52 a připojený oscilátor

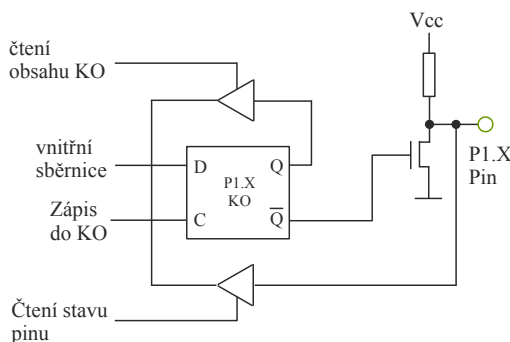
2.2 Vstupně/Výstupní porty

Mikrokontrolér obsahuje 4 vstupně/výstupní porty označeny P0, P1, P2 a P3 - každý 8 bit. Všechny vývody (bity) jsou „bitově adresovatelné“ tzn., že můžeme přistupovat ke každému bitu zvlášť pomocí následujícího označení: Např. P1.2 v assembleru nebo P1_2 v jazyce C – První číslo určuje port P1 a druhé číslo značí konkrétní bit. Porty se používají k připojení vnějších periférií.

Tab. 1 Seznam dostupných portů μ C AT89S52

Port (Brána)	Integrovaný Pull-up	Velikost datového slova	Alternativní funkce
P0	Ne	8bit	Vnější programová paměť, paralelní programování
P1	Ano	8bit (3 obsazené SPI)	Sériové programování
P2	Ano	8bit	Vnější programová nebo datová paměť
P3	Ano	8bit	Vstupy vnějšího přerušení, vstupy čítačů/časovačů, sériová linka

Označení „Port“ můžeme nahradit slovem „Brána“. Vstupně/výstupní porty jsou slučitelné s TTL/CMOS logikou, které udávají napěťové úrovně pro log. 0 a 1. Pull up rezistor v elektronickém logickém obvodu zajišťuje úroveň logické 1 při nesepnutém výstupním tranzistoru. Každý bit je vybaven D klopným obvodem, který plní funkci záchytného registru.



Obr. 4 Příklad vnitřního zapojení jednoho bitu portu P1

pozn. ostatní porty mají zapojení trochu odlišné, princip však zůstává stejný.

Chování portu [4]

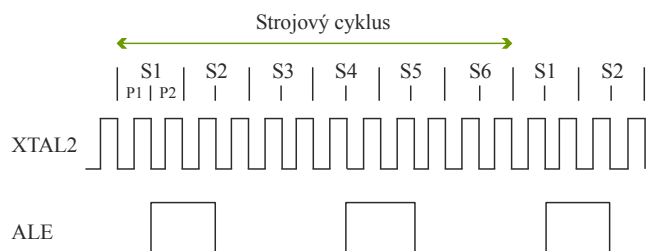
- Pokud je na určitý bit zapsána log. 1, vývod se chová jako vstup.
- Pokud je na určitý bit zapsána log. 0, vývod se chová jako výstup.
- Po resetu μ C se na všech vývodech objevuje log. 1 (chová se jako vstup).

2.3 Obvod oscilátoru

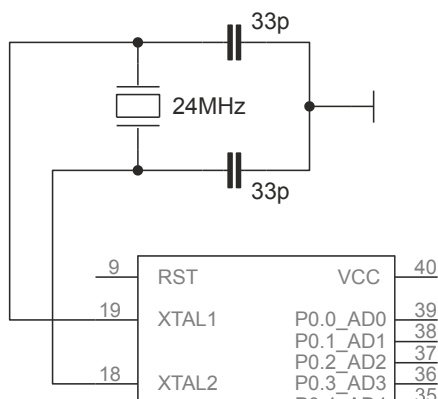
Mikroprocesor ke své činnosti a správné funkci potřebuje zdroj hodinových impulzů o určité frekvenci f_{osc} , které využívají vnitřní obvody mikroprocesoru a od kterého je pak odvozena délka strojového cyklu, a tedy i doba vykonávání instrukcí. V praxi se nejvíce používá zapojení s vnějším oscilátorem - s připojením krystalu na patřičné vývody IO. [2]

Pokud tedy k taktování mikroprocesoru použijeme externí krystal, platí jednoduchá rovnice: frekvence použitého krystalu = frekvence oscilátoru f_{osc} . Velikosti kondenzátorů C_1 a C_2 odvozujeme od použitého krystalu. Např. Pro 24 MHz je vhodné použít 33 pF, Pro 12 MHz je vhodné použít 18 pF.

Jeden strojový cyklus mikroprocesoru se skládá ze šesti stavů označených S1 až S6, z nichž každý stav je dále rozdělen na dvě fáze P1 a P2. Strojový cyklus je tak tvořen celkem 12 fázemi, které se značí S1P1, S1P2, S2P1, S2P2, až S6P2. Jedna fáze má délku jedné periody taktovacího signálu (vývod XTAL2). [2]



Obr. 5 Časový průběh signálu – výstupu oscilátoru XTAL2



Obr. 6 Zapojení vnějšího krystalu

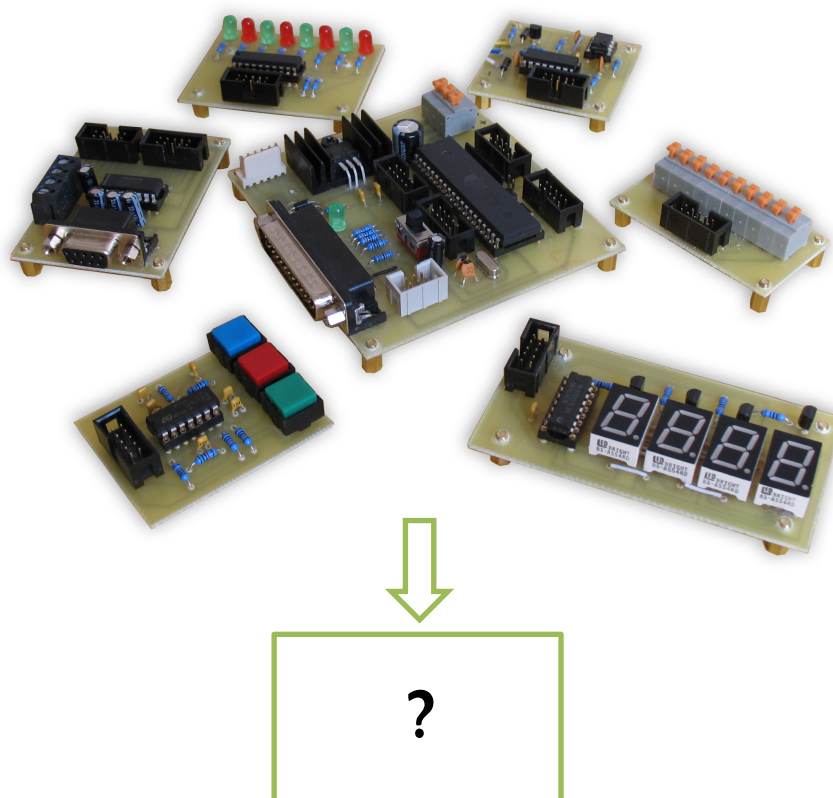
3 Vývojový kit

3.1 Nový laboratorní přípravek

Jak již bylo řečeno v úvodu, hlavním podmětem k napsání této práce je vytvoření nové podoby přípravku s mikrokontrolérem AT89S52. Už při první myšlence na realizaci nového přípravku, byly stanoveny následující požadavky:

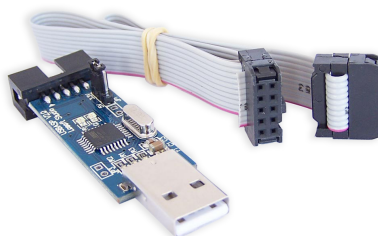
- Celý vývojový kit na jediné DPS - desce plošných spojů
- Kompaktnost
- Inovovat způsob napájení desky
- Inovovat způsob propojení programátoru s PC

Předchozí podoba přípravku zahrnovala hlavní desku s několika přidavnými moduly připojitelné na libovolné porty propojovacím káblíkem. Toto řešení má své výhody v podobě libovolného připojení periférií k mikrokontroléru a možnost výroby a propojení s dalšími moduly. V praxi při výuce v předmětu MŘS-I tyto výhody nejsou stěžejní, protože se student s programováním teprve seznamuje a většinu času je připojen modul s 8x LED, případně s tlačítky. Výhoda jediné DPS bude hlavně její kompaktnost, což i zaručíme technologií výroby osazených součástek SMD.



Obr. 7 Starší podoba vývojového kitu

Další myšlenka o budoucí konstrukci udává, že každý student si bude moct vývojový kit připojit ke svému vlastnímu notebooku. Tím pádem vymyslíme inovaci stávajícího sériového programování přes LPT. Jako jedno z řešení se nabízí použít hotový programátor USBasp, který lze snadno zakoupit na portálu eBay. Vypadá podobně jako flash disk s propojovacím káblíkem.



Obr. 8 Hotový programátor USBasp

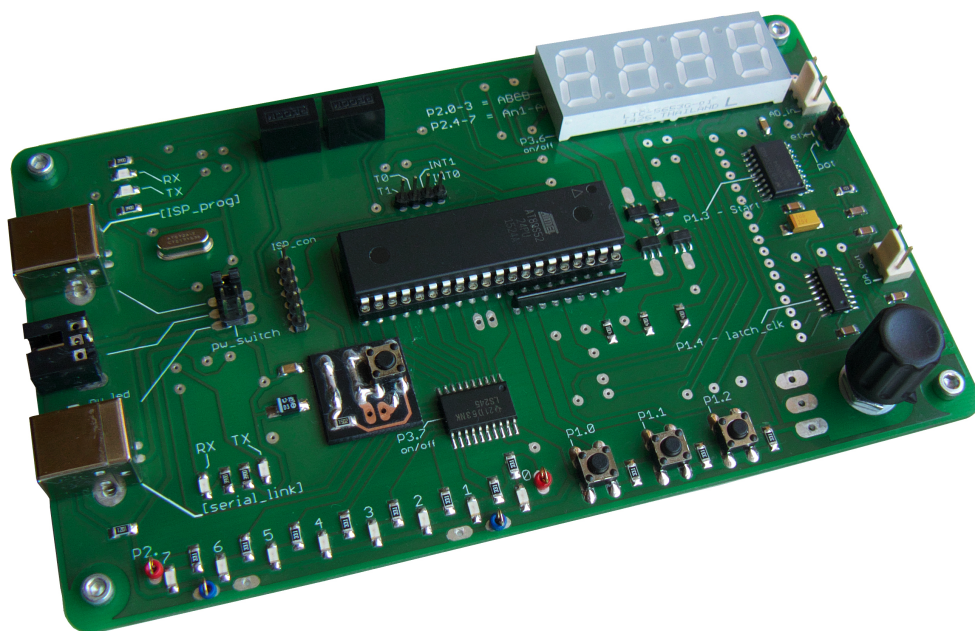
Takové řešení by sice fungovalo a dostačovalo, ale v našem případě chceme lepší „konstrukční čistotu“. A protože lze najít schéma zapojení i podrobné informace o tomto programátoru (open-source licence), bude umístěn přímo na DPS a propojený USB kabelem. To nám také nabízí využít napájení z USB, protože napájecí napětí mikrokontroléru AT89S52 je +5V. Samozřejmě ostatní periferie na desce budou muset správně pracovat při napájení +5V. Další méně významné inovace a změny jsou stručněji sepsány v Tab. 2.

Tab. 2 Další změny oproti staršímu vývojovému kitu

Starší vývojový kit	Nový vývojový kit
Frekvence oscilátoru: 11,059 MHz	Frekvence oscilátoru: 24 MHz
Žádný modul A/D převodníku	A/D převodník ADC0804
D/A přev. DAC08 – napájen z externího sym. zdroje $\pm 15V$	D/A přev. DAC0808D - napájen z dvojice DC-DC měničů – z +5V na $\pm 15V$
Sériová linka připojena přes převodník úrovní MAX232 na sériový port (RS-232 - 9pin)	Sériová linka připojena přes převodník UART-USB pomocí čipu FT232RL
Odpojitelné periferie	Programově vypínatelné periferie (LED, Disp)
Možnost připojení libovolného zařízení (periferie)	Nemožnost připojení libovolného zařízení (periferie)

3.2 Konstrukční provedení

Vše je uspořádáno na jediné DPS o velikosti 170x100 mm. Protože se na desce vyskytují spoje o šířce 400 μ m a rozestupy spojů až 250 μ m, byla zvolena tovární výroba DPS. Osazení SMD součástek lze pohodlně provést ručním pájením.



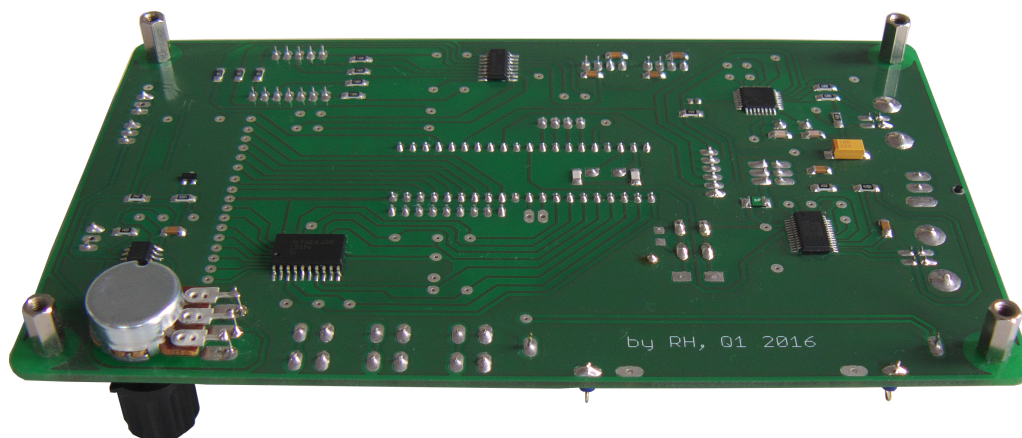
Obr. 9 Podoba prvního prototypu nového vývojového kitu

Rozložení periférií a ovládacích prvků je provedeno tak, aby umožnilo snadnou manipulaci s přípravkem. Tlačítka i potenciometr se nachází ve spodní části desky. Obdélníkový tvar zajišťuje snadné uchopení. Deska je opatřena i vysvětlujícími popisky. Deska dále obsahuje drátové očka pro připojení k osciloskopu na vývodech P2.0 a P2.7. V levé polovině se nachází jumperový přepínač napájení, který se standardně nachází v první (vrchní) poloze, kdy se deska napájí z USB1 – programátoru. Další polohou (spodní) přepínače je napájení z USB2 (Sériová linka). Poslední (prostřední) polohou je napájení z externího zdroje konektorem NAK-2.1.

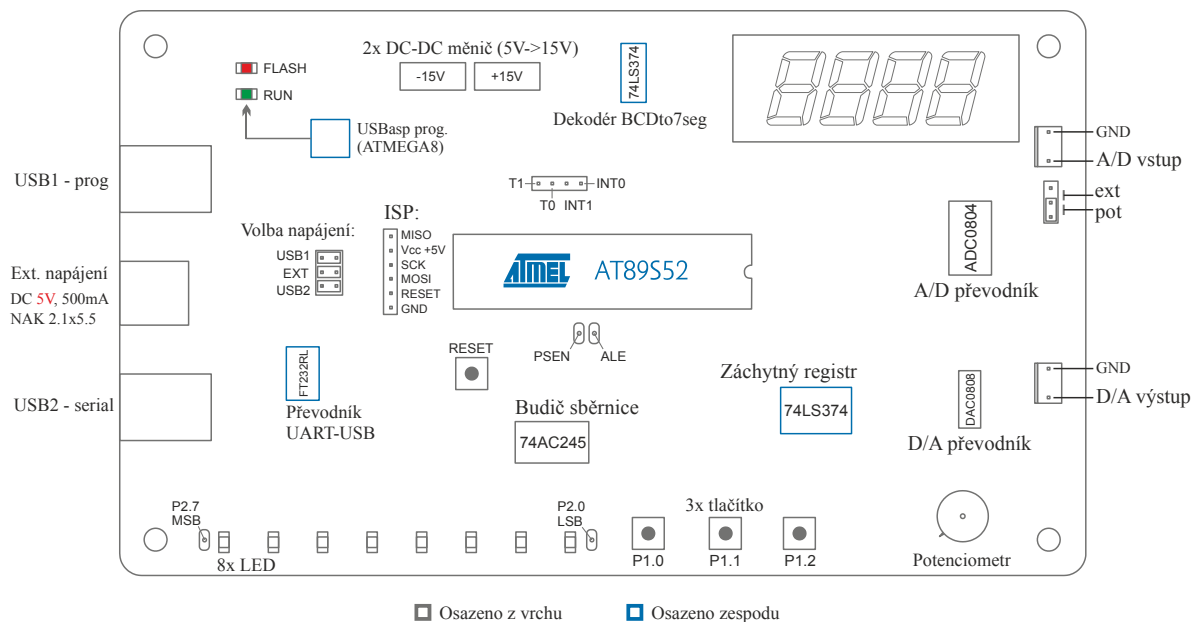
Konektor označený jako „ISP_con“ slouží k prvotnímu naprogramování procesoru ATmega8, který bude sloužit jako programátor USBasp. Tento konektor není ve standardizovaném tvaru 10pin/6pin, proto se musí propojit drátovými propojkami. Po úspěšném naprogramování procesoru ATmega8, již konektor postrádá význam.

Na desku byl také přidán konektor externího napájení, ale protože se napájení z PC pomocí USB jeví jako bezproblémové, nemusí se v dalších kopiích kitu osazovat.

První prototyp desky obsahoval chybu v obvodu tlačítka reset, proto byl doplněn dodatečnou DPS (černá kostka). Další chybou byly přehozené krajní vývody tranzistorů, které spínají anody displeje. Řešením bylo napájet tranzistory opačně. V další revizi desky budou obě tyto chyby odstraněny.



Obr. 10 První prototyp - pohled zespodu



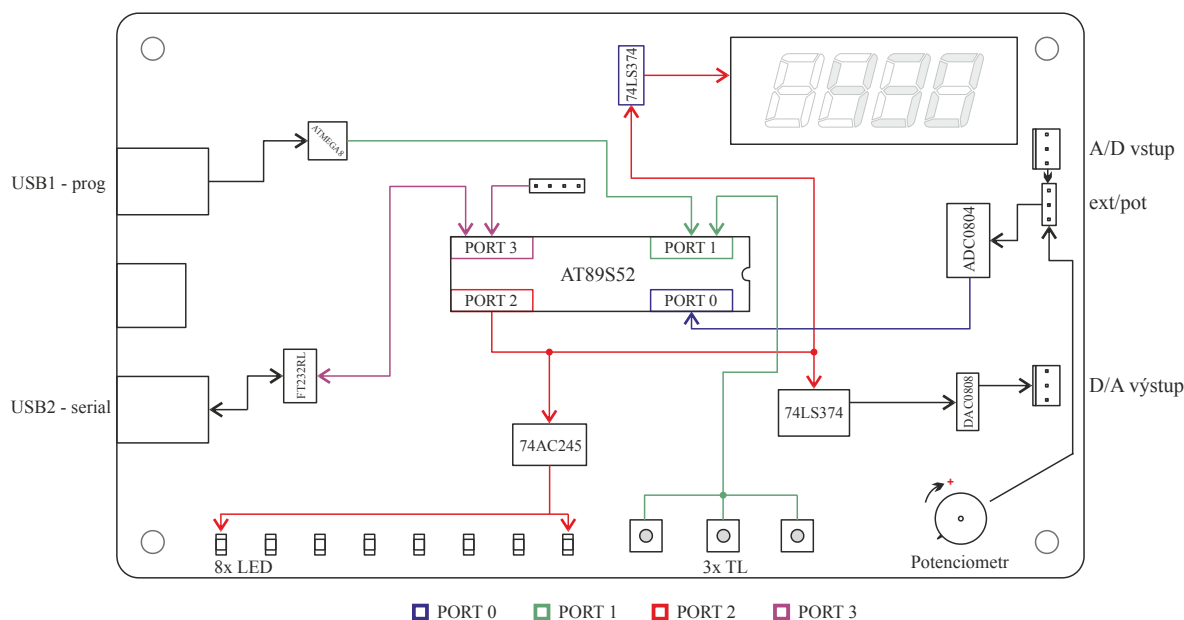
Obr. 11 Rozložení periférií a komponentů na desce

3.3 Zapojení periférií na porty mikrokontroléru

Mikrokontrolér obsahuje 4 vstupně/výstupní porty, z toho už máme obsazené vývody pro sériové programování, sériovou linku. Tím pádem nemůžeme připojit všechny periférie samostatně na jeden port. Pro zjednodušení následného programování laboratorních úloh si porty rozdělíme na vstupní a výstupní podle směru datového toku. Sběrnice P2 je sdílená třemi perifériemi. Pokud budeme chtít pracovat se všemi najednou, musíme vhodně posílat zapínací/vypínací impulzy pro Displej / LED a také hodinový signál záchytného registru D/A převodníku - viz příklad řízení níže. Rozložení periférií na výstupní porty mikrokontroléru je následující:

Tab. 3 Periférie a porty

P0	A/D převodník
P1	3x tlačítko ISP programátor
P2	8x LED 7seg Displej D/A převodník se záchytným registrem
P3	Sériová linka Vstupy časovačů a přerušení Ovládání periférií (zap/vyp LED)



Obr. 12 Principové schéma zapojení periférií na DPS

pozn. šipky ukazují směr datového toku

Určité vývody mikrokontroléru byly zvoleny pro ovládání periférií. Pokud pracujeme např. pouze s displejem, můžeme vypnout modul s 8x LED a naopak. Záchytný registr byl k D/A převodníku doplněn, kvůli možnosti práce s LED / displejem a D/A převodníkem zároveň. Toto nastavení budeme zadávat do inicializace mikrokontroléru.

Tab. 4 Ovládání periférií

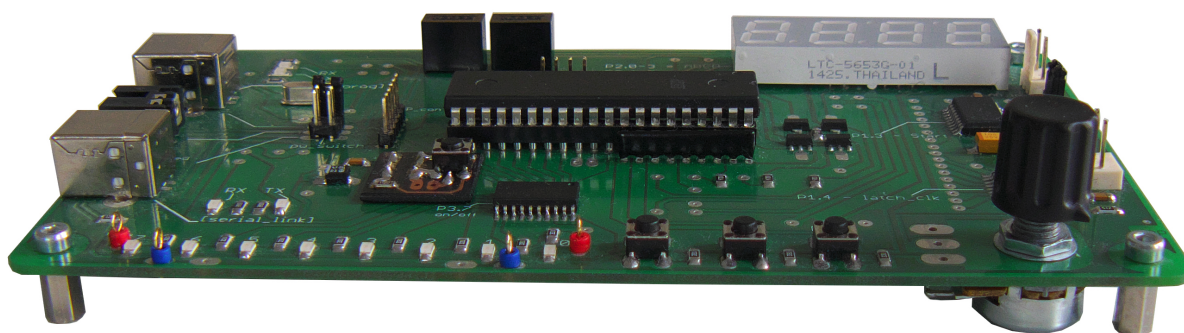
P3.7	8x LED	Log.1 - Nesvítlí
		Log.0 - Svítí
P3.6	Displej 7seg	Log.1 - Svítí
		Log.0 - Nesvítlí
P1.4	Záchytný registr D/A převodníku	Log.1 - Zachytí stav sběrnice P2
		Log.0 - Nic
P1.3	A/D převodník	Log.1 - Převod trvale běží
		Log.0 - Převod neběží

Příklad řízení dvou periférií na portu P2 – D/A Převodník + 8x LED

V prvním krátkém časovém okamžiku pošleme na port P2 datové slovo pro D/A převodník, přičemž musí být aktivován záchytný registr vodičem P1.4 – log. 1 a zároveň zhasnuté LED pomocí vodiče P3.7 – log. 1.

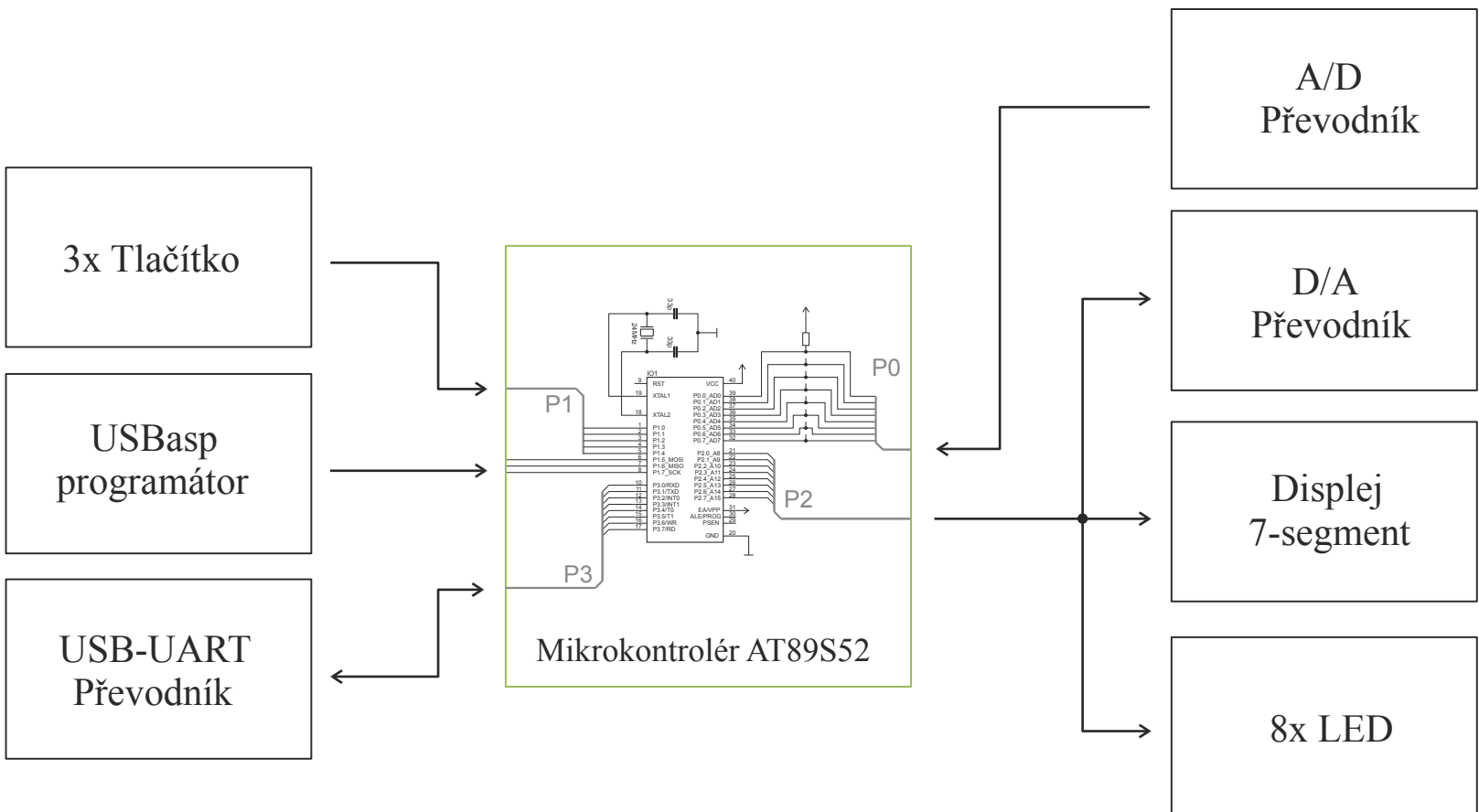
V druhém krátkém časovém okamžiku pošleme na port P2 datové slovo pro 8x LED, přičemž musíme tento modul rozsvítit vodičem P3.7 – log. 0 a zároveň zabránit záchytnému registru předat tuto hodnotu D/A převodníku pomocí vodiče P1.4 – log. 0.

Neustálým opakováním těchto procesů zajistíme řízení i všech tří periférií na portu P2. Obecně se takovému principu říká „Chip Select“.



Obr. 13 První prototyp - pohled zepředu

3.4 Blokové schéma

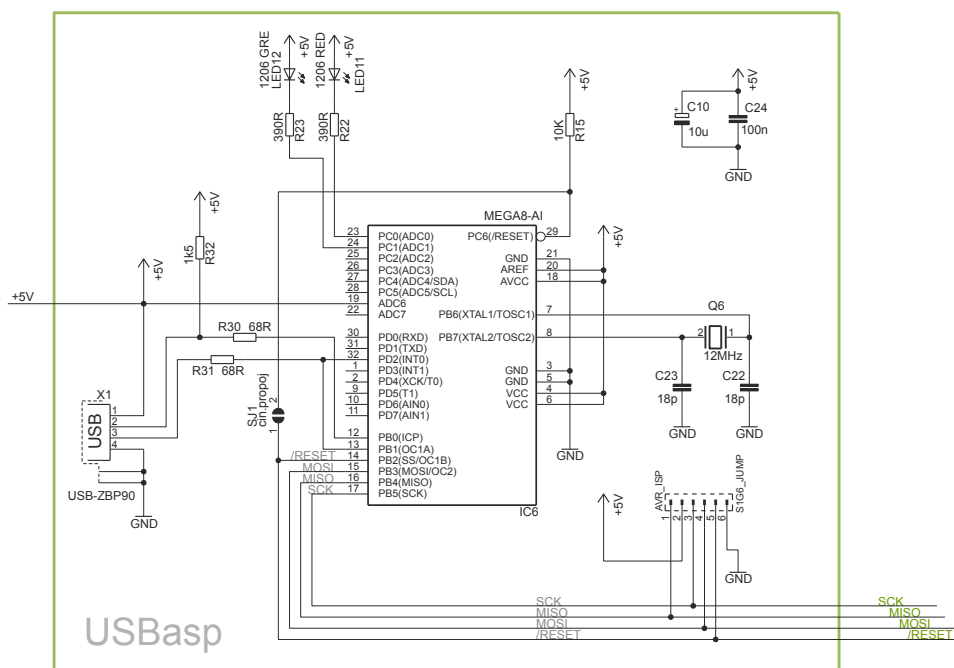


3.5 Programátor USBasp

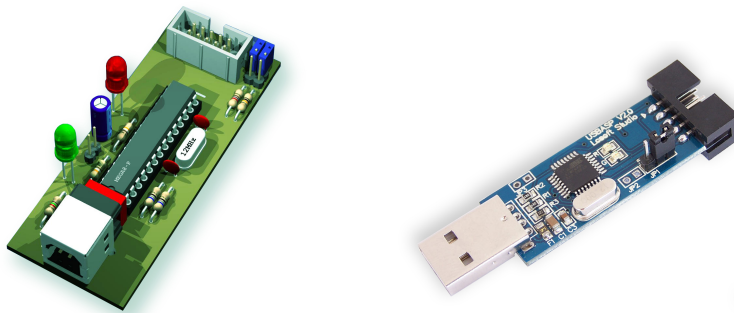
USBasp je USB programátor pro mikrokontroléry Atmel. Obsahuje jeden mikroprocesor ATmega8 a pár pasivních součástek. Procesor sám emuluje sběrnici USB 1.1, a není vybaven nativní podporou protokolu USB 1.1. Nevýhoda tohoto řešení je, že nemusí fungovat na všech počítačích, také kvůli přítomnosti logiky TTL místo 3V3, která je pouze snížena děličem napětí. Pokud se tak stane, lze tuto nepříjemnost obejít pomocí USB Hubu, i když každý typ Hubu nemusí fungovat, proto je potřeba experimentovat a najít ten vhodný.

Klíčové vlastnosti [5]

- Multiplatformní. Funguje s operačními systémy Linux, Mac OS X a Windows.
- Rychlost programování dosahuje 5kB/s.
- Open-Source – Zdrojové kódy jsou volně dostupné na internetu.



Obr. 14 Schéma zapojení programátoru USBasp



Obr. 15 Varianty hotového programátoru

3.6 Modul 8x LED

Jedná se o 8 LED diod zapojených na port P2, buzené proti napájecímu napětí. U mikrokontroléru AT89S52 není dovoleno vysoké zatížení výstupů. Pro výkonové posílení je použit výkonový budič (posilovač sběrnice) 74AC245. V daném zapojení je na vývod T/R(DIR) trvale připojena log. 1, tím pádem přecházejí vstupy A1 až A8 na výstupy B1 až B8, kde jsou zapojeny LED. Budič obsahuje vývod OE(G) – „Output Enable Input“, kterým lze vypínat výstup budiče a tím zajistit vypnutí všech LED diod, podle Tab. 4:

Výňatek z Tab. 4

P3.7	8x LED	Log.1 - Nesvítí
		Log.0 - Svítí

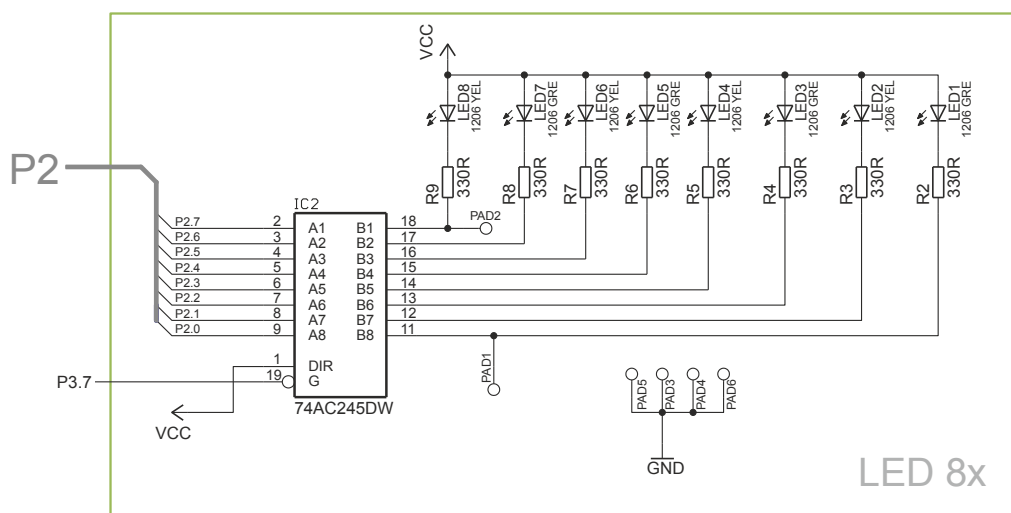
Modul slouží ke kontrole datového slova na portu P2, a hlavně k realizaci úlohy – Blikání led pomocí přerušení. Pro přehlednost jsou barevně rozlišené sudé a liché bity – zelená/žlutá. Bity P2.0 a P2.7 jsou zobrazitelné na osciloskopu.

Klíčové parametry: [10]

- 3 stavový budič sběrnice
- TTL kompatibilní - Neinvertuje logické úrovně
- Maximální výstupní proud: 24 mA
- Pořadí LED – LSB vpravo, MSB vlevo

Tab. 5 Zobrazení logické hodnoty pomocí LED

Log. 0	Svítí
Log. 1	Nesvítí



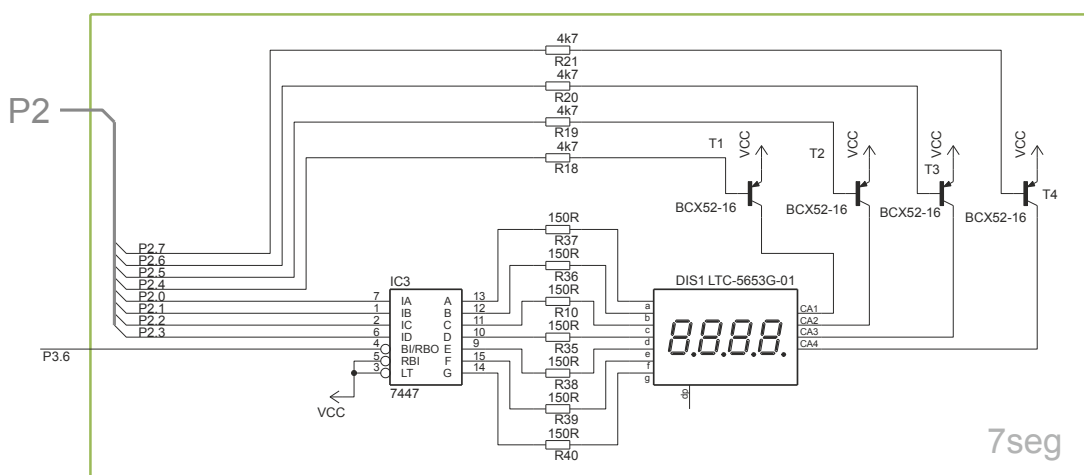
Obr. 16 Schéma zapojení bloku 8x LED

3.7 Multiplexovaný displej

Schéma zapojení bloku s časovým multiplexem 74LS47 je na Obr. 17. Ze schématu je patrné, že sedmi-segmentový displej je připojen na sběrnici P2 přes dekodér BCDto7seg, a pomocí zbývajících vodičů jsou jednotlivé řády (pozice) displeje postupně rozsvěcovány. K tomu slouží tranzistory T₁ až T₄, spínání je provedeno log. 0.

Multiplexováním displeje lze omezit množství ovládacích přívodů k vícemístnému displeji. Řízení potom spočívá v časovém multiplexování (přepínání) jednotlivých pozic displeje. Proces zobrazení všech čísel musí být dostatečně rychlý, aby oko nezaznamenalo, že svítí jen jedno místo. Při multiplexovaném řízení displejů jsou spojeny všechny stejnojmenné vývody segmentů a připojeny k výstupům mikrokontroléru. V tomto případě přes BCDto7seg dekodér, který zmenší počet ovládacích vodičů segmentů ze 7 na 4 vodiče.[1]

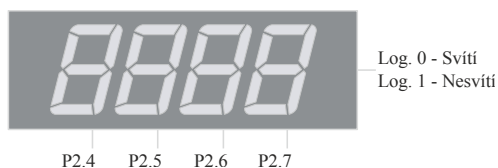
Společné anody jednotlivých pozic displeje (jednotky, desítky...) jsou spínacími tranzistory postupně připojovány k napájecímu napětí a současně jsou ovládány spojené katody podle požadovaného znaku.



Obr. 17 Schéma zapojení bloku displeje

Tab. 6 Ovládání displeje

P2.7	P2.6	P2.5	P2.4	P2.3	P2.2	P2.1	P2.0
Jednotky	Desítky	Stovky	Tisíce	D	C	B	A
8888	8888	8888	8888				



Obr. 18 Řízení anod displeje

Tab. 7 Vstupní bitové kombinace pro BCDto7seg dekodér [9]

Zobrazené číslo	Vstup dekodéru			
	D – P2.3	C – P2.2	B – P2.1	A – P2.0
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

Pro správné zobrazení požadované číslice musíme na port P2 odeslat datové slovo, které se skládá ze spodní poloviny bajtu – BCD kód pro převodník a horní části bajtu – spínání anod displeje pomocí log. 0.

Př. Zobrazení čísla 5 na pozici desítek dává vstupní kombinaci $(1011\ 0101)_{\text{BIN}}$ / $(B5)_{\text{HEX}}$



Výsledek při odeslání na port P2 datové slovo $(B5)_{\text{HEX}}$

Rozsvícení/Zhasnutí celého displeje

Lze učinit odesláním logické úrovně na vývod P3.6 podle Tab. 4:

Výňatek z **Tab. 4**

P3.6	Displej 7seg	Log.1 - Svítí
		Log.0 - Nesvítí

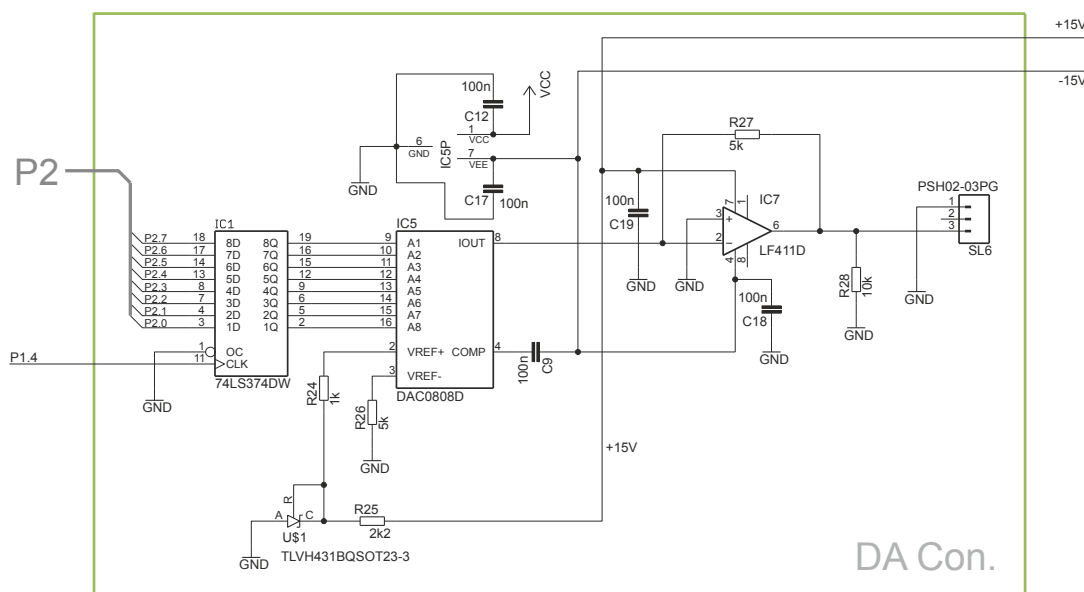
3.8 D/A převodník

Do vývojového kitu byl zvolen paralelní D/A převodník DAC0808 pro svou jednoduchost a snadnou dostupnost. Výstup z obvodu D/A převodníku je proudový, proto je doplněn operační zesilovač v invertujícím zapojení.

Základní vlastnosti [8]

- Relativní přesnost: 0,19%
- Rozlišení: 8bit
- Nízká spotřeba: 33mW
- Doporučený vstupní referenční proud: 2mA
- Zapojen jako unipolární – Rozsah výstupního napětí v jedné polaritě: 0-15V

Samotný D/A převodník nemá kromě vstupního datového slova žádné další ovládací vodiče. Ale protože je připojen na sběrnici P2 společně s modulem 8x LED a 7seg. displejem, je mu předřazen záchytný registr („latch“). Signálem CLK lze ukládat vstupní datové slovo do výstupního datového slova. Proto musí být v kódu programu obsaženo generování obdélníkového signálu na vývodu P1.4 mikrokontroléru, které je přivedeno na CLK záchytného registru.



Obr. 19 Schéma zapojení bloku s D/A převodníkem

Pomocí napěťové reference TL431 je získáváno napětí 2,5V, které spolu s rezistorem R₂₄ slouží k vytvoření zdroje referenčního proudu 2,5mA. [8]

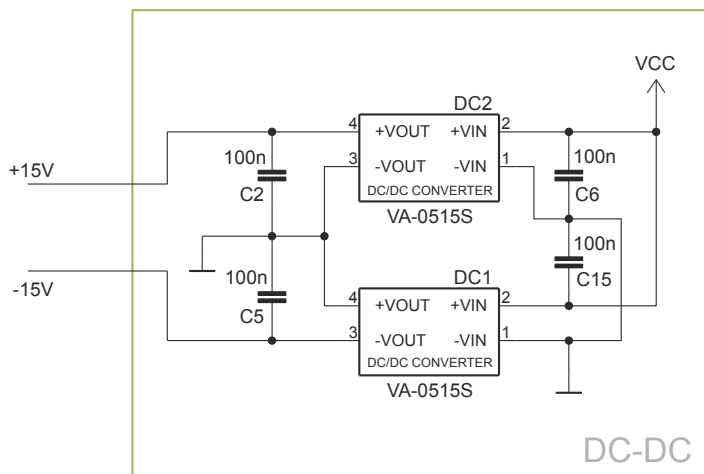
Zapojení převodníku, které je zobrazeno na Obr. 19 a které se také vyskytuje ve vývojovém kitu, neumožňuje bipolární provoz tj. obě polarity výstupního napětí. Výstupní napětí se pohybuje v kladné polaritě 0 až +15V, tj. unipolární provoz. Bipolární provoz sice převodník také umožňuje, ale nebylo by jej možné zprovoznit bez výroby nové desky.

Tab. 8 Výstupní napětí převodníku při vstupním datovém slovu

Vstupní datové slovo	Napětí na výstupu
$(00)_{\text{HEX}}$	0V
$(7F)_{\text{HEX}}$	+7,5V
$(FF)_{\text{HEX}}$	+15V

Napájení D/A převodníku

Obvod převodníku je napájen z dvojice DC-DC měničů, které vytváří z +5V symetrické napětí $\pm 15V$. Jedná se o měniče ROE-0515S, které ke své funkci nepotřebují žádné další externí součástky. Vstupy i výstupy měniče jsou preventivně zablokovány keramickým kondenzátorem. Maximální výstupní proud jednoho měniče dosahuje 66mA. Námi vybraný D/A převodník má tu zvláštnost, že má jmenovité napětí +5V a -15V.



Obr. 20 Zapojení DC-DC měničů



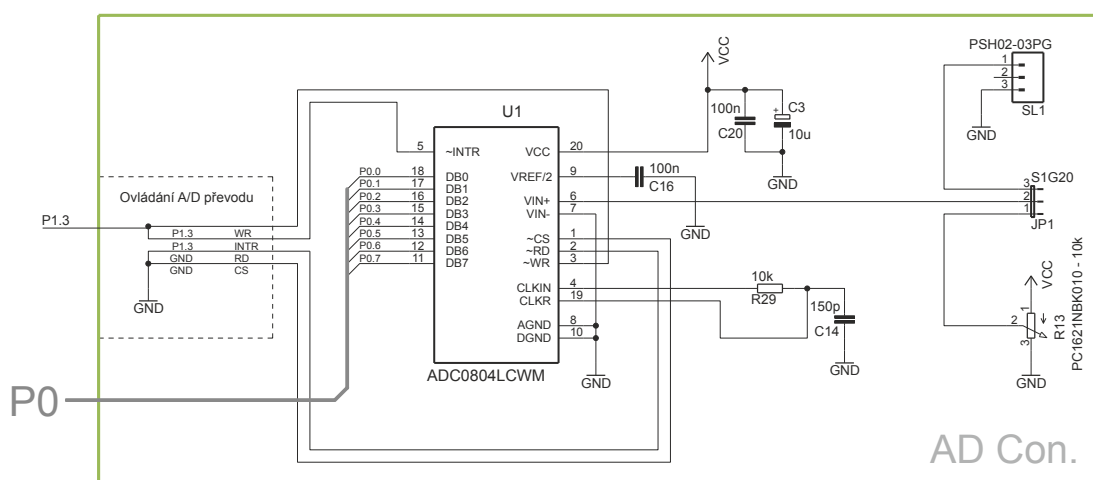
Obr. 21 Realistická podoba DC-DC měniče

3.9 A/D převodník

Do vývojového kitu byl zvolen paralelní A/D převodník ADC0804. Vstupní signál můžeme přivádět z externího zdroje nebo z potenciometru, který tvoří napěťový dělič.

Základní parametry [7]

- Rozlišení: 8bit
- Absolutní chyba: $\pm 1/4$ LSB, $\pm 1/2$ LSB a ± 1 LSB
- Doba převodu: 100 μ s
- Rozsah vstupního napětí: 0-5V
- Typ převodníku: S postupnou aproximací



Obr. 22 Schéma zapojení bloku s A/D převodníkem

Převodník s postupnou aproximací provádí převod analogového napětí na číselný signál po krocích. Jejich počet je roven počtu bitů výstupního datového slova. Obsahuje D/A převodník, komparátor, aproximační registr a výstupní registr. D/A převodník generuje pomocné porovnávací napětí, které komparátor porovnává se vstupním napětím.

Ovládání převodníku je velmi jednoduché, pokud přivedeme na P1.3 - log. 1 – převod běží trvale. Pokud přivedeme log. 0, převod se zastaví, přičemž na výstupu převodníku zůstává poslední datové slovo, které bylo převedeno. Jedná se o zjednodušené zapojení řízení převodníku jedním vývodem, které bylo zvoleno, kvůli nedostatku volných vývodů na μ C.

Ovládání:

P1.3 log. 1 – Převod běží

P1.3 log. 0 – Převod zastaven

3.10 Sériová linka

Integrovaný obvod FT232RL od výrobce FTDI, se řadí mezi nejnovější typy USB - UART převodníků. Převodník je plně kompatibilní se specifikací USB 2.0. Všechny potřebné součásti jsou integrovány v jednom pouzdře: paměť EPROM 1024bit, resetovací obvod, regulátor napětí 3,3V pro USB a další podpůrné obvody.

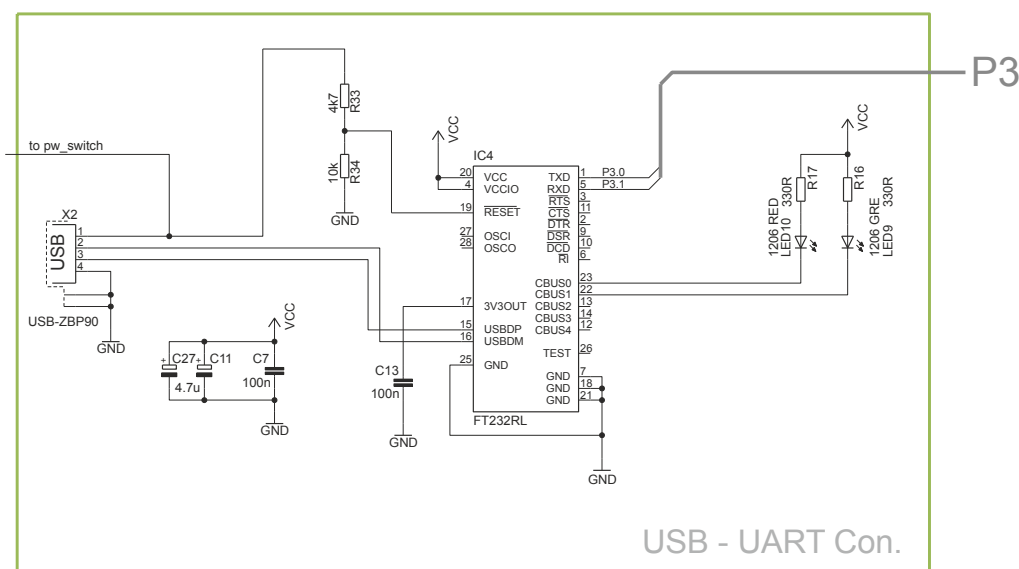
Klíčové vlastnosti převodníku FT232RL [6]

- Integrace do jediného čipu
- USB protokol je nativně součástí obvodu, žádné dodatečné programování
- Integrovaný generátor hodinových impulzů
- Přenosová rychlost - nastavitelná od 300 baud – 3 Mbaud
- TTL napěťové úrovně
- Synchronní i asynchronní provoz

Podpora operačních systémů

Windows 7 – dodatečná instalace ovladače

Windows 8.1 – ovladače součástí systému – po zapojení funguje ihned.

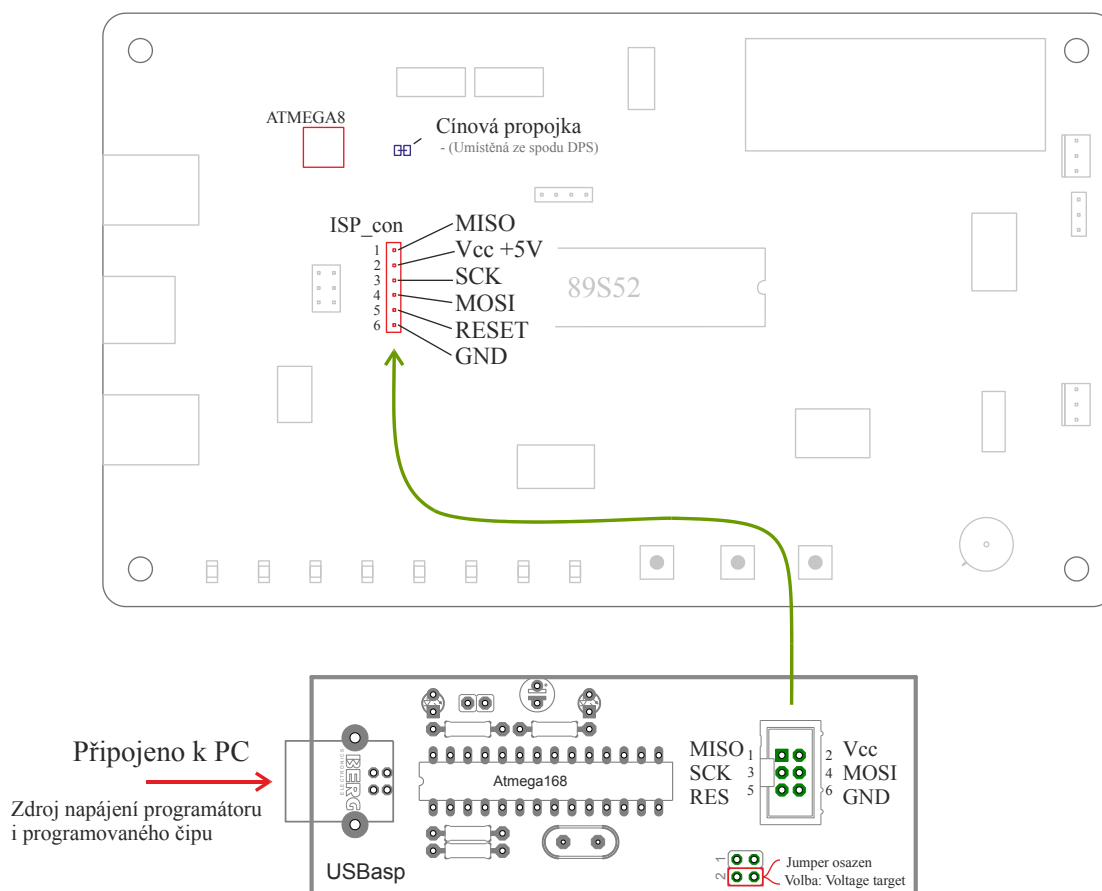


Obr. 23 Schéma zapojení bloku sériové linky

S mikrokontrolérem jsou propojeny pouze vodiče TX, RX, GND, z čehož vyplývá, že přenos dat bude asynchronní. Rezistory R_{33} , R_{34} tvoří napěťový dělič, jehož výstup je připojen na Reset obvodu. Toto řešení zapříčiní reset obvodu po připojení USB kabelu od sériové linky. Samotné napájení obvodu je provedeno z větve V_{cc} , která je standardně propojena s USB portem od programátoru. Pokud není ve voliči napájení učiněno jiným způsobem.

3.11 Oživení vývojového kitu

Po prvotním osazení DPS vývojového kitu je zapotřebí naprogramovat novou ATmega8, která je ve formě SMD a proto ji musíme naprogramovat přímo na DPS. Deska vývojového kitu byla vybavena kolíkovým konektorem označeným jako „ISP_con“. Běžně má takový konektor svůj standardizovaný tvar 6pin/10pin, který v této konstrukci nebyl použit. Na tento konektor jsou vyvedeny klíčové vývody pro sériové programování (serial download), které jsou v normálním provozu propojené s mikrokontrolérem AT89S52. Proto při ožiování části USBasp, μC AT89S52 neosazujeme. Všechny ostatní součástky můžou být při ožiování osazené, jen hlavní mikrokontrolér ne.



Obr. 24 Schéma zapojení při ožiování programátoru

Programujeme pomocí USBasp programátoru, který ve formě této malé DPS je na internetu běžně známý. Propojíme obě desky pomocí šesti vodičů dle schématu, cínová propojka na DPS kitu musí být při tomto procesu propojena. Jumper „Voltage target“ označený ve schématu musí být osazen, tím zajistíme napájení ATmega8 z programátoru (z USB). Nic jiného ke kitu nepřipojujeme. Nyní připojíme k PC, zkontrolujeme indikační LED „pw_led“ na kitu, která by měla svítit, pokud je deska správně napájena. Pomocí programu AVRdude nebo ProgISP nahrajeme program USBasp do procesoru ATmega8. Nakonec odstraníme cínovou propojku a osadíme μC AT89S52 a vyzkoušíme první nahrání programu do procesoru.

4 Rozbor laboratorních úloh

4.1 Seznam realizovaných laboratorních úloh

Tab. 9 Seznam úloh

Číslo	Název	Časová náročnost – počet cvičení
1	Blikání LED - Obsluha přerušení s časovačem	1
2	Modulace PWM	1
3	Multiplexovaný displej	2
4	A/D Převodník a zobrazení hodnoty na displeji	1
5	Generátor tvarových kmitů pomocí D/A převodníku	1-2
6	Komunikace s PC pomocí sériové linky	2

Laboratorní úlohy byly vytvořeny, tak aby využily všech možností periférií kitu. A přitom byly srozumitelné na pochopení i pro začátečníky. Ve všech úlohách je kladen důraz na nastavení přerušení a jeho spojením s čítačem/časovačem.

K tomuto účelů slouží hlavně úloha č. 1, kde si studenti vyzkouší správně inicializovat mikrokontrolér, tj. správně nastavit speciální funkční registry. A v obsluze přerušení rozblikat LED pomocí negace portu.

Úloha č. 2 je určena pro seznámení se základními principy jazyka C, např. podmínkami - if, smyčky - while, for atd. A za pomoci těchto funkcí vymyslet algoritmus, kterým půjde snadno řídit střída u pulzně šířkové modulace.

Úkolem úlohy č. 3,4 je naučit pracovat s multiplexovaným displejem. Zjednodušující faktor je ten, že do vývojového kitu byl zařazen převodník z BCD na 7seg. Tím vyloučíme práci s jednotlivými segmenty, a odeslané slovo na port odpovídá číslu na displeji. Pro provoz multiplexovaného displeje, tj. zobrazení 4 rozdílných čísel zároveň, je použita funkce „switch“, která v závislosti na nastavení časovače, přepíná řády displeje. Taková funkce už může být pro začátečníka obtížnější, proto bude potřeba důkladnějšího vysvětlení v rámci dvou vyučovacích hodin.

Úloha č. 5 je jednoduchá, protože základní znalost funkce D/A převodníků je už z předchozího studia objasněna. Princip vytvoření periodických signálu zahrnuje pouze funkce if, while a v případě sinusového průběhu, přepínání hodnot z datového pole. V této úloze nepotřebujeme obsluhu přerušení.

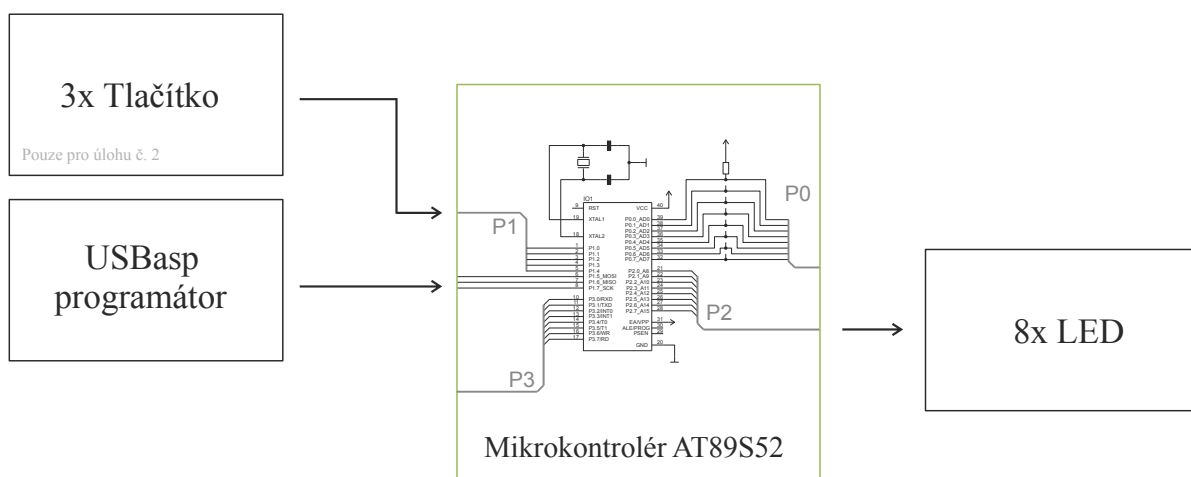
Úloha č. 6 je nejobtížnější úlohou ze zde uvedených. Pro správné naprogramování procesoru, aby správně komunikoval s PC, je potřeba znalost sériové komunikace a nastavovacích registrů v mikrokontroléru.

4.2 Potřebné bloky pro laboratorní úlohy

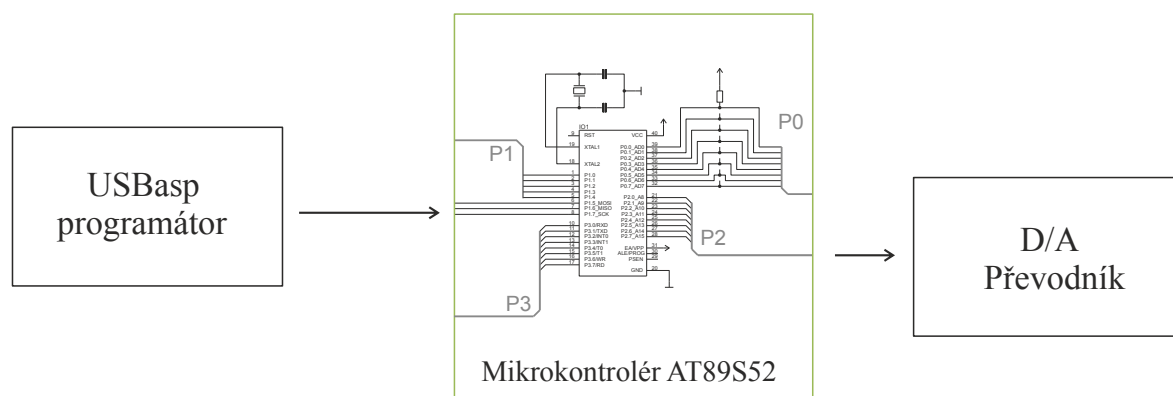
Následující obrázky zobrazují bloková schémata upravená podle požadavků laboratorních úloh. Nevyužité bloky v úloze jsou skryté. Například pro Obr. 25, který je určen pro úlohu č. 1 – Blikání LED, je k realizaci nezbytně nutný modul 8x LED. Tento modul musí být opatřen výstupem na osciloskop, což konstrukce vývojového kitu umožňuje. Každé z blokových schémat obsahuje blok programátoru, který je pro vývojový kit nezbytnou součástí.

Tab. 10 Potřebné bloky pro realizaci laboratorních úloh

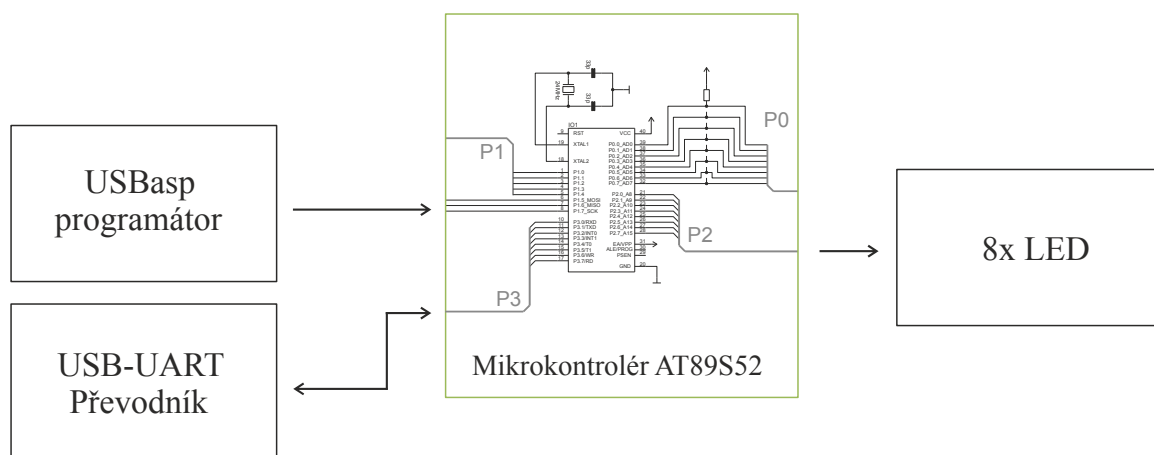
Číslo L.Ú.	Potřebné bloky
1	8x LED
2	8x LED, 3x Tlačítko
3	4 místný – 7seg. displej
4	4 místný – 7seg. displej, A/D převodník
5	D/A převodník
6	Převodník USB-UART, 8x LED



Obr. 25 Potřebné bloky pro úlohy č. 1,2 – Blikání LED



Obr. 28 Potřebné bloky pro úlohu č. 5 – D/A převodník

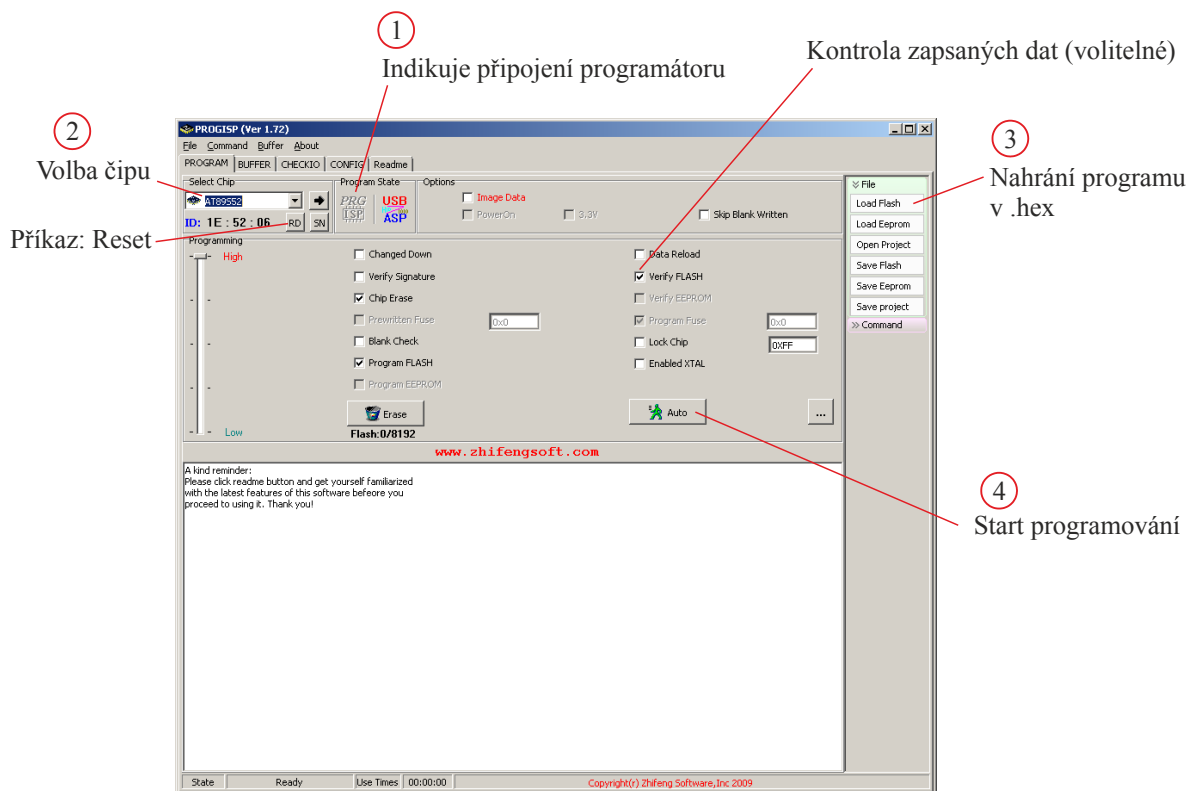


Obr. 29 Potřebné bloky pro úlohu č. 6 – Sériová linka

4.3 Návod k obsluze softwaru programátoru

Jako software programátoru byl zvolen program PROGISP 1.72 od čínského výrobce Zhifengsoft. Je jednoduchý a jeho ovládání je pro začátečníka intuitivní. Program nevyžaduje instalaci, stačí jej rozbalit kamkoliv na disk a spustit pomocí PROGISP.EXE.

Po spuštění programu můžete připojit programátor (USB1) vývojového kitu. Pokud tak činíte poprvé, bude potřeba nainstalovat ovladač usbasp, viz instalace ovladačů v příloze. Pokud se programátor úspěšně spojil s PC, zašedlá ikona „PRG-ISP“ se přemění do barevné podoby, viz krok 1 na Obr. 30. Ve druhém kroku vybereme programovaný čip, v našem případě AT89S52, který po příštím zapnutí programu zůstane zvolený. Nyní můžeme pomocí Load Flash nahrát náš vytvořený program ve formátu .HEX, který se nejprve nahraje do Bufferu programu. Před zahájením programování můžeme zvolit položku „Verify FLASH“, která ověří zapsaná data. Osobně tuto možnost nepoužívám, protože prodlouží proces programování a software i programátor je natolik odladěný, že chyby přenosu se zatím nikdy nevyskytly. Nakonec proveďte kontrolu nastavení programu podle Obr. 30 a můžeme zahájit programování tlačítkem „Auto“.



Obr. 30 Popis programu ProgISP

Průběh programování můžeme sledovat ve spodní stavové liště. Průměrná doba programování činí 8 sekund.

Závěr

Cílem této práce bylo vytvořit nový laboratorní přípravek, zvaný vývojový kit a napsat příklady laboratorních úloh, což bylo splněno.

Při návrhu nového vývojového kitu bylo už předem jasné použití μC typu x51, protože se pro výuku již plně osvědčil svou jednoduchostí. Dále bylo zapotřebí vybrat vhodné periferie pro novou desku. U některých se vycházelo ze starší podoby, a pouze bylo zvoleno pouzdro SMD. A některé periferie budou ve výuce zcela nové.

Návrh DPS probíhal v prostředí Eagle 6.5.0 a také následný export do formátu Gerber 274X, který je vyžadován firmou Gatema s.r.o. pro bezproblémovou výrobu desky. Deska byla navrhnutá tak, aby se dala pohodlně osadit ručním pájením, tj. větší pájecí body, větší rozestup součástek atd.

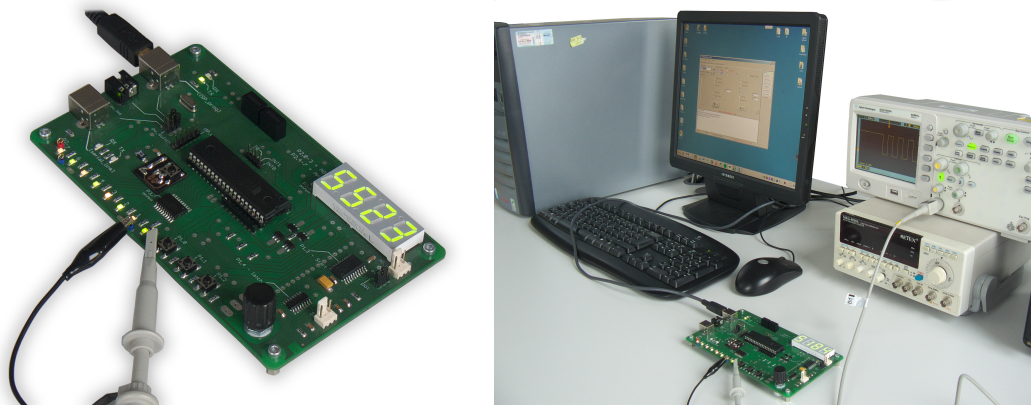
Jako jednu z nevýhod tohoto provedení vidím v malé životnosti (přepis paměti) čipu AT89S52, která sice udává až 10 000 cyklů, ale při každodenním intenzivním používáním, můžeme této hodnoty rychle dosáhnout.

Návrh prvního prototypu nové desky neobsahoval žádnou závažnou chybu a po mírných úpravách v druhé revizi bude připraven na hromadnou výrobu pro každé laboratorní stanoviště. Funkce vývojového kitu byla ověřena napsáním typových laboratorních úloh, které se stanou příkladem, od kterého se může vyučující inspirovat při hodnocení protokolů od studentů. Součástí příloh jsou také přehledně vysvětlující návody při práci s přípravkem, které budou nejspíš součástí laboratorního stanoviště.

Jako další vývoj tohoto tématu vidím v ověření přípravku a připravených laboratorních úloh v praxi samotnými studenty. A následná úprava, tak aby úlohy vyhovovaly učebnímu plánu semestru.

Jako vlastní přínos této práce vidím v rozšíření znalostí z předmětu MŘS-I, dále také naučení práce v návrhovém prostředí Eagle a nakonec prohloubení znalostí v oblasti vektorové grafiky pro tvorbu návodů a ilustrací do textové části práce.

Doufám tedy, že má odvedená práce bude mít pozitivní vliv na budoucí výuku v předmětu Mikropočítačové řídicí systémy I.



Obr. 31 Nová podoba laboratorního stanoviště

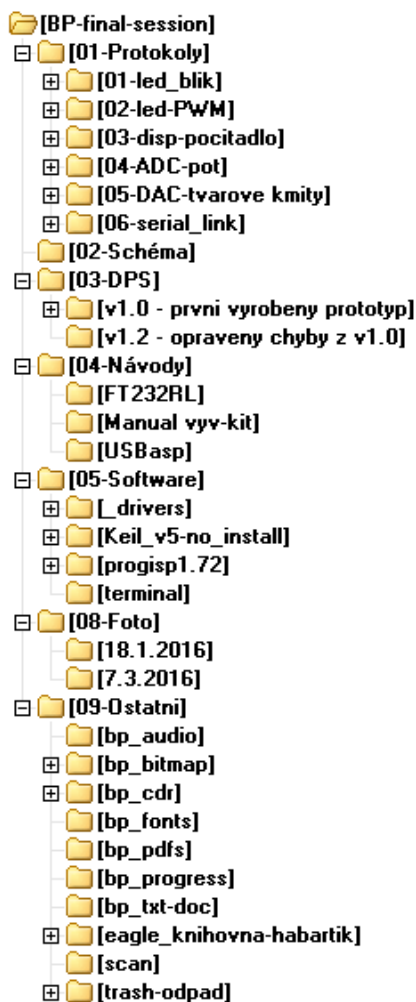
Použitá literatura

- [1] WEIMANN, Martin. *Laboratorní stanoviště pro výuku Mikropočítačových řídicích systémů*,
Bakalářská práce. VŠB – Technická univerzita Ostrava. 2009 [CD-ROM]
Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Palacký, Ph.D.
- [2] HANKOVEC, David. *DH servis - Vývoj a výroba elektroniky na zakázku*. [online]
[cit. 2016-03-13]. Dostupné z WWW: <http://www.dhservis.cz>
- [3] PALACKÝ, Petr. *Mikropočítačové řídicí systémy I*.
Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2007. ISBN 978-80-248-1494-0
- [4] Datasheet AT89S52 [online], [cit. 2016-03-13]
Dostupné z WWW: <http://www.atmel.com/images/doc1919.pdf>
- [5] FISCHL, Thomas. *USBasp - USB programmer for Atmel AVR controllers* [online]
[cit. 2016-03-13] Dostupné z WWW: <http://www.fischl.de/usbasp/>
- [6] Datasheet FTDI FT232RL [online], [cit. 2016-03-13], Dostupné z WWW:
http://www.ftdichip.com/Support/Documents/DataSheets/ICs/DS_FT232R.pdf
- [7] Datasheet ADC0804 [online], [cit. 2016-03-13], Dostupné z WWW:
<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/adc0804-n.pdf>
- [8] Datasheet DAC0808 [online], [cit. 2016-03-13], Dostupné z WWW:
<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/dac0808.pdf>
- [9] Datasheet 74LS47 [online], [cit. 2016-03-13], Dostupné z WWW:
<http://www.futurlec.com/Datasheet/74ls/74LS47.pdf>
- [10] Datasheet 74AC245 [online], [cit. 2016-03-13], Dostupné z WWW:
<https://www.fairchildsemi.com/datasheets/74/74ACT245.pdf>

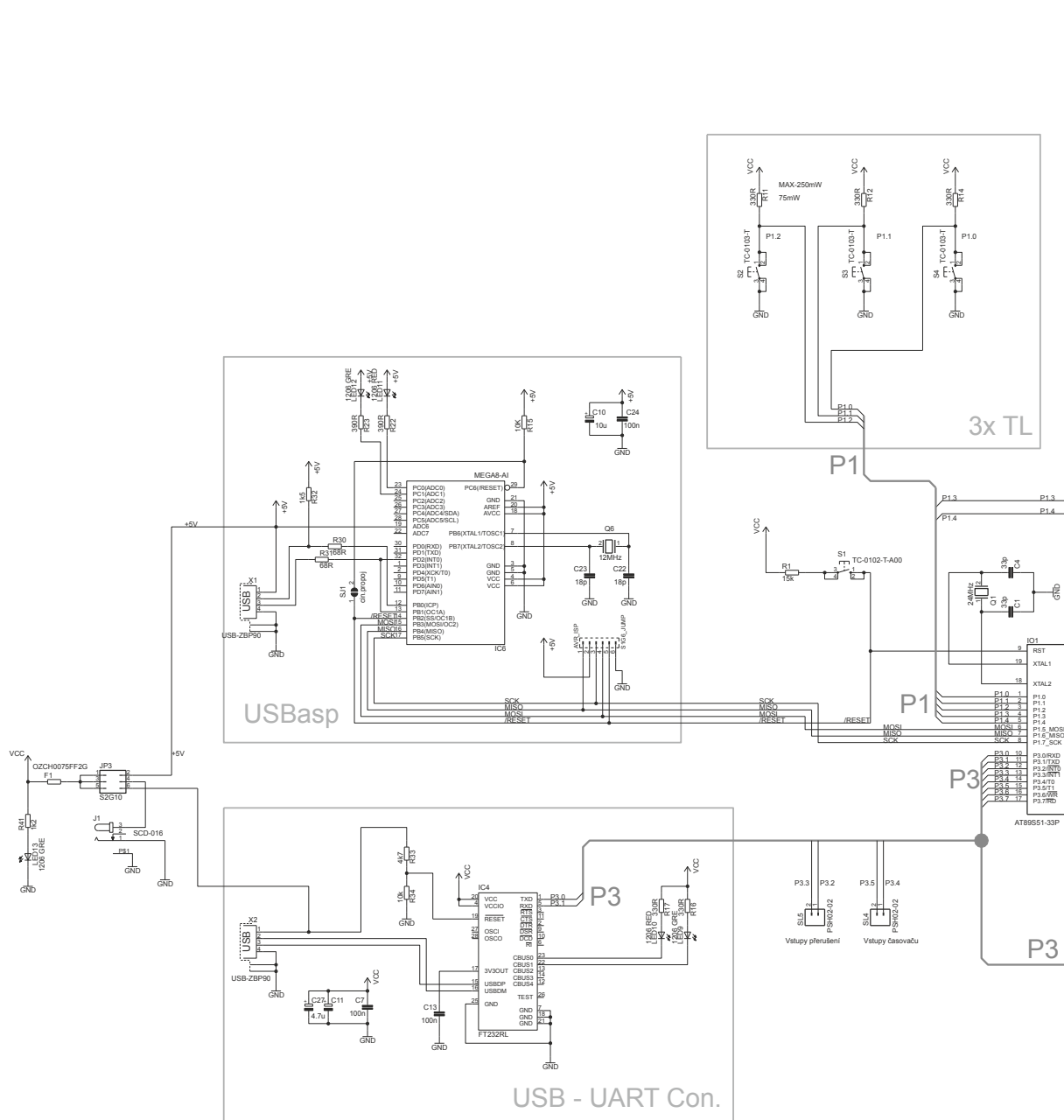
Seznam příloh

Příloha A:	Obvodové schéma - Levá polovina.....	II
Příloha B:	Obvodové schéma - Pravá polovina.....	III
Příloha C:	Manuál.....	IV
Příloha D:	Laboratorní úlohy.....	(součástí CD)
Příloha E:	Návrh plošného spoje.....	(součástí CD)

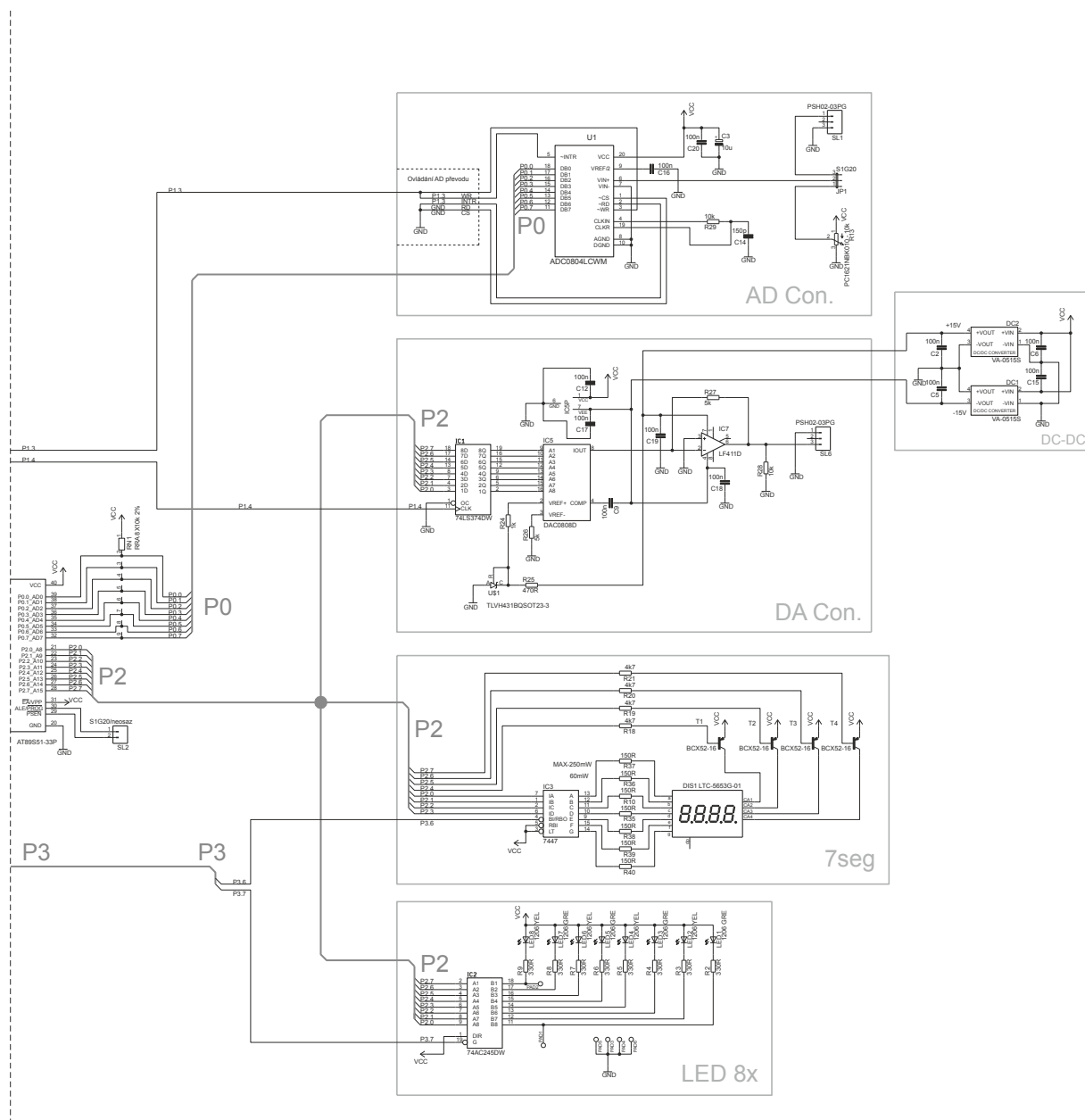
Adresářová struktura přiloženého CD:



Příloha A: Obvodové schéma - Levá polovina



Příloha B: Obvodové schéma - Pravá polovina



Ovládání displeje

P2.7	P2.6	P2.5	P2.4	P2.3	P2.2	P2.1	P2.0
Jednotky B	Desítky B	Stovky B	Tisíce B	D	C	B	A

Vstupní bitové kombinace pro BCDto7seg dekodér

Zobrazené číslo	Vstup dekodéru			
	D – P2.3	C – P2.2	B – P2.1	A – P2.0
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

Př. Zobrazení čísla 5 na pozici desítek dává vstupní kombinaci $(1011\ 0101)_{\text{BIN}} / (B5)_{\text{HEX}}$



Výsledek při odeslání na port P2 hodnotu $(B5)_{\text{HEX}}$

Ovládání periférií

P3.7	8x LED	Log.1 - Nesvíti Log.0 - Svítí
P3.6	Displej 7seg	Log.1 - Svítí Log.0 - Nesvíti
P1.4	Záchytný registr D/A převodníku	Log.1 - Zachytí stav sběrnice P2 Log.0 - Nic
P1.3	A/D převodník	Log.1 - Převod trvale běží Log.0 - Převod neběží

Periferie a porty

P0	A/D převodník
P1	3x tlačítko ISP programátor
P2	8x LED 7seg Displej D/A převodník se záchytným registrem Sériová linka
P3	Vstupy časovačů a přerušení Ovládání periférií (zap/vyp LED)

Chování portů

log. 1 - vývod = vstup
log. 0 - vývod = výstup
po resetu všechny log. 1



by Radim Habartík
hab0046@vsb.cz

Manuál Vyvojový kit

pro předmět Mikropočítačové řídicí systémy I

